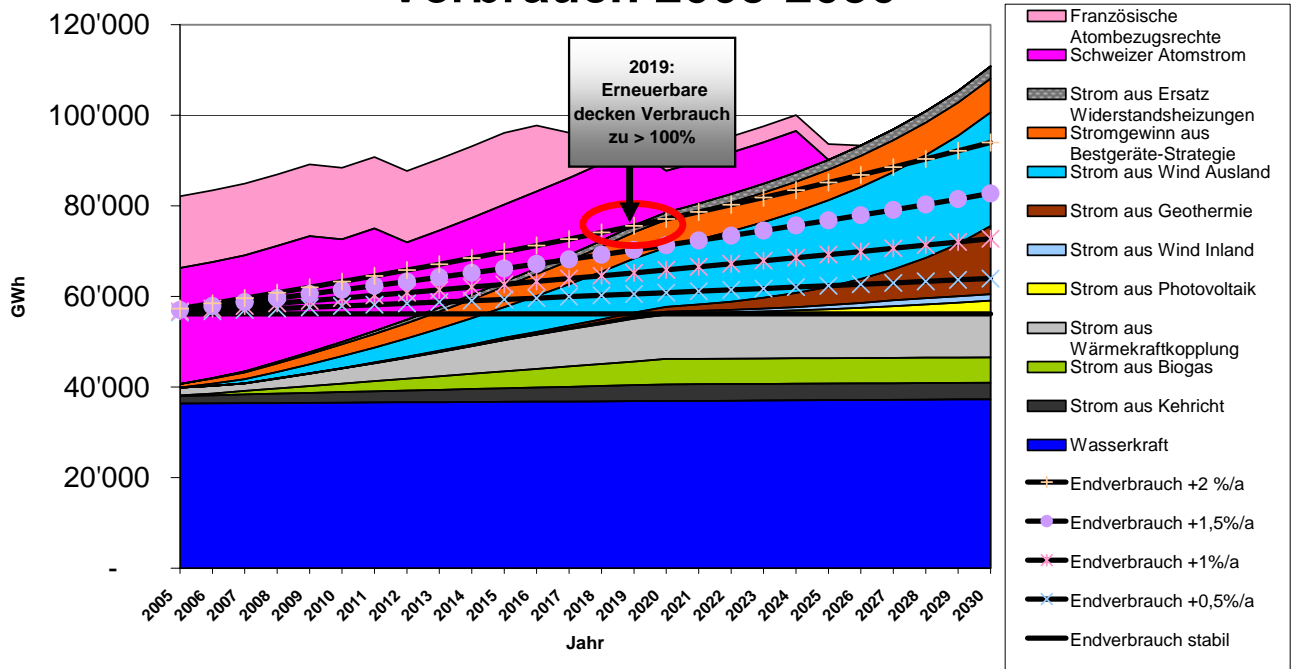


# Sicher und effizient umsteigen

## Schweizer Stromproduktion und Verbrauch 2005-2030



### Ein SP-Perspektivpapier zur Zukunft der Stromversorgung

#### Abstract

Die Schweizer Stromversorgung kann dank dem Vormarsch neuer erneuerbarer Technologien kostengünstig, effizient und ökologisch umstrukturiert werden. Es braucht weder neue fossile Gas-Grosskraftwerke noch neue Atomkraftwerke. Die bestehenden Atomkraftwerke können technisch gesehen problemlos und sicher durch Strom aus Kehricht, Biomasse, Geothermie, Windenergie, Solarenergie, durch effizientere Gebäude, Heizungen, Geräte und Anlagen sowie durch Strom aus Wärmekraft-Kopplung ersetzt werden.

An die Stelle der französischen Atomstrom-Bezugsrechte werden schon ab ca. 2007/2008 grosse ausländische Windfarmen in Schweizer Hand treten, wie sie die Axpo in Norwegen erworben hat.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Schweiz werden stark sinken, weil erneuerbare Energien und Energieeffizienz im Wärmesektor eine immer wichtigere Rolle spielen, dank Holz, Wärmepumpen, Geothermie, Solartechnik und besseren Baustandards. Die Versorgungssicherheit wird verbessert, weil der Strom aus unerschöpflichen Quellen stammt und mit ungefährlichen Technologien genutzt werden kann. Die Massnahmen nach CO<sub>2</sub>-Gesetz sowie steigende Öl-, Gas- und Strompreise werden diesen Umstieg beschleunigen. Das letzte Schweizer Atomkraftwerk kann theoretisch im Jahre 2024 geschlossen werden, wenn die Rahmenbedingungen entsprechend gesetzt werden.

Ein neuer Investitionszyklus mit schwergewichtig erneuerbaren Energien ist im europäischen Ausland (Deutschland, Spanien, Österreich, Dänemark, Norwegen usw.) voll im Gang. In der Schweiz wird er auch irgendwann einsetzen, so wie er nun in Frankreich beginnt. Selbst wenn die Atomlobby weiter von der grossen Renaissance träumt: Der Marktanteil der Atomenergie ist rückläufig. Die erneuerbaren Energien sind günstiger. Deshalb boomen sie. Und der Preis ist das, was im Wettbewerb zählt – je länger, desto mehr.

# Entwicklung von Stromerzeugung und Stromverbrauch

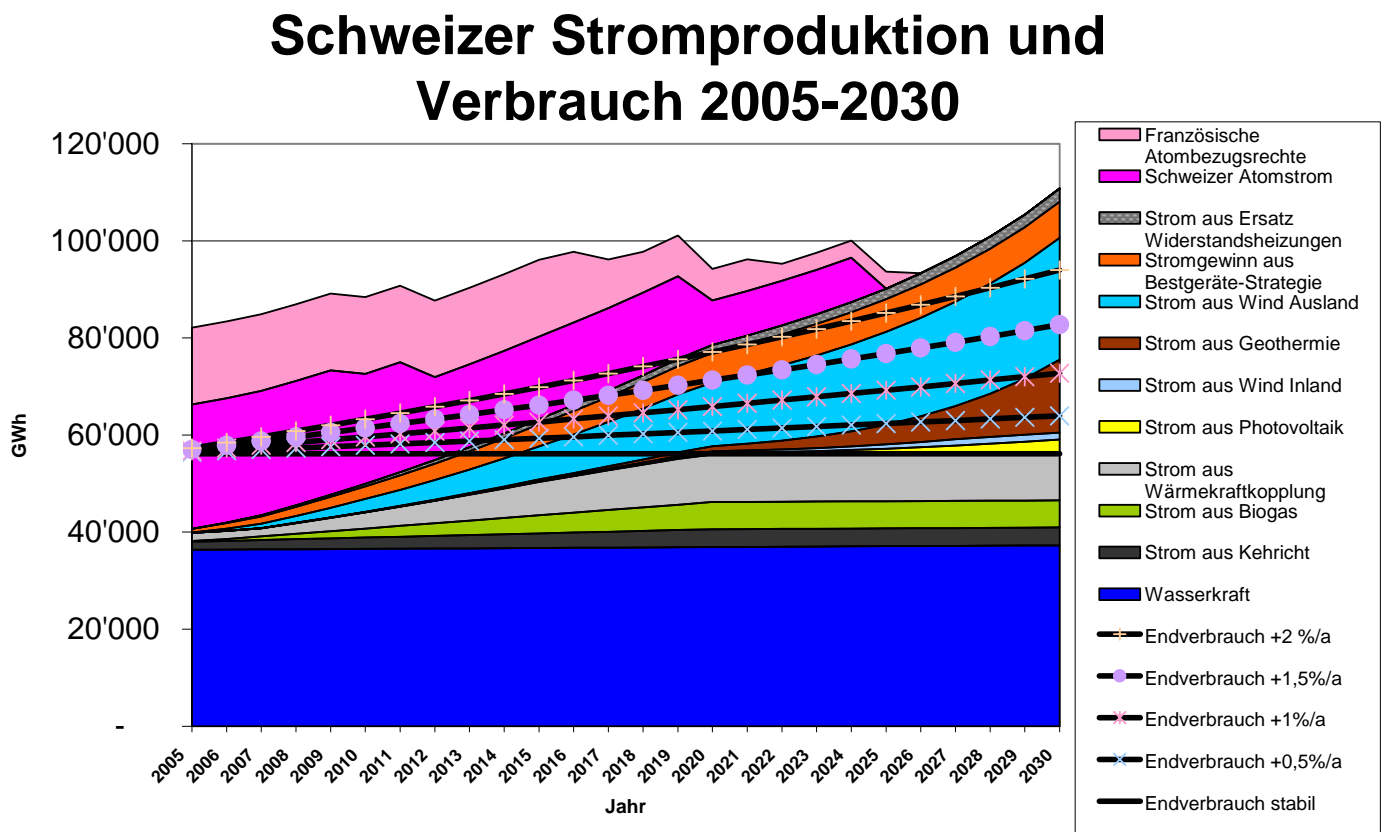
## Atomausstieg ohne Gefährdung der Versorgungssicherheit

Die Schweiz muss nicht befürchten, dass bei einer Stilllegung der Atomkraftwerke Engpässe in der Versorgung auftreten. Erneuerbare Primärenergien zum Ersatz von Atomstrom, Kohle, Gas und Erdöl sind reichlich vorhanden. Die Nutzungstechniken dafür sind marktreif.

Die massgeblichen Beiträge zur Deckung des Stromverbrauchs können die Wasserkraft, der Strom aus Kehrlicht, Biomasse, Wind, Sonne, Geothermie und Wärmekraft-Kopplung sowie die Einsparprogramme (z.B. Ersatz der alten Elektro-Widerstandsheizungen) liefern.

Die Atomkraftwerke können technisch gesehen nach 40 Jahren stillgelegt werden. Diese Ergebnisse decken sich mit früheren Untersuchungen des Bundes (Expertenkommission zur Erarbeitung von Energieszenarien (EGES)) und Studien aus dem benachbarten Ausland (z.B. BMU/Nitsch et al. 2004)..<sup>1</sup>

**Abbildung 1: Entwicklung der Stromerzeugung (inkl. Bezugsrechte in Schweizer Hand aus dem Ausland)**



<sup>1</sup> Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) / Nitsch et al.: Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland, Stuttgart et al. 2004.

### Stromverbrauch: Entwicklung der Nachfrage

Der Stromverbrauch ist von den gesetzlichen Rahmenbedingungen, der Entwicklung im Wärme- und Verkehrssektor (Wärmepumpen, Hybridfahrzeuge ab Steckdose) und von den Verhaltensmustern der KonsumentInnen abhängig.

Wichtig wird sein, dass es endlich gelingt, Effizienztechniken (A-Klasse-Geräte, Abschaltautomatiken) wirksamer als bisher durchzusetzen. Wir können die VerbraucherInnen und die Unternehmen nicht vor steigenden Weltmarktpreisen für Energie schützen. Aber wir können eine Entwicklung politisch gestalten, bei der in der Schweiz immer weniger Energie für industrielle Produktion, Dienstleistungen, Wärmeerzeugung und Mobilität benötigt und ein steigender Anteil davon aus kostensenkenden, erneuerbaren Energien gedeckt wird. Dann werden die Energierechnungen auch wieder sinken.

Das Ölfördermaximum wird um das Jahr 2010 erwartet<sup>2</sup>. Dieses wird zusammen mit der Klimapolitik die Verlagerung des Energieverbrauchs in Richtung Strom im Wärmesektor (Wärmepumpen) verstärken. Viele erneuerbare Energien werden dadurch wettbewerbsfähig (z.B. Holzpellets, Solaranlagen, Geothermie).

Diese Verknappung fossiler Ressourcen wird, wie in den 70er Jahren, zu einem **Trendbruch** führen, mit sparsameren Techniken bis hin zur negativen Verbrauchs-Entwicklung bei gewissen Konsumgütern (z.B. sparsamere Motorfahrzeuge, Wohnfläche pro Kopf). Beim Luftverkehr zeichnet sich ein solcher Trendbruch bereits ab.

## Production et consommation d'électricité GWh 1960-2004

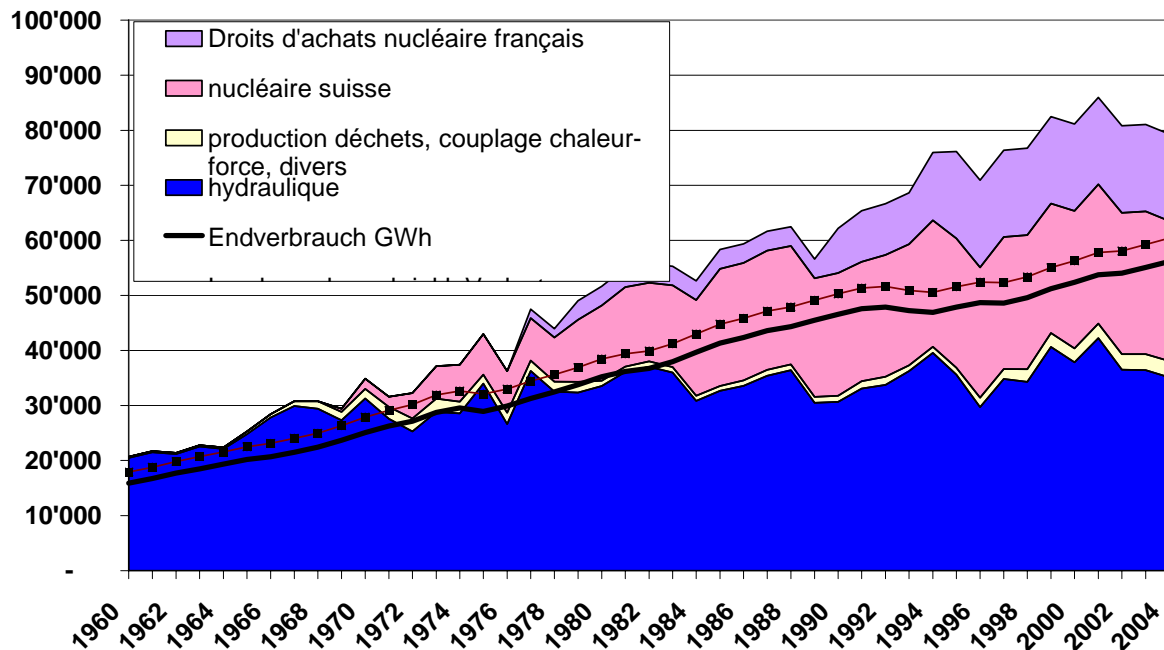


Abbildung 2: Entwicklung von Stromverbrauch und Stromerzeugung 1960-2004

Für die Zukunft ist die Durchsetzung energieeffizienter Techniken im Sinne der 2000-Watt-Gesellschaft mit Priorität anzustreben, wobei diese Energie zum allergrössten Teil aus erneuerbaren Quellen, mit einem geringen Rest an fossiler Technik, zu decken sein wird.

Unser Szenario zeigt, dass auch anhaltend steigende Stromverbräuche (+2% pro Jahr) technisch gesehen mit erneuerbaren Energien gedeckt werden können, wenn die Rahmenbedingungen stimmen (kostendeckende Vergütung für erneuerbare Energien, Verbesserung des kontinentalen Stromnetzes, Durchsetzung von Marktanteil-Zielen für erneuerbare Energien).

Strategisch betrachtet sind erneuerbare Energien nur die zweite Wahl. **An erster Stelle muss die Energieeffizienz stehen**, denn jede Verbrauchsreduktion senkt den zukünftigen Produktionsbedarf und erleichtert es, das Ziel, die Vollversor-

<sup>2</sup> Unter Oil Peak versteht man das Erreichen der maximalen jährlichen Fördermenge beim Erdöl, welches von manchen GeologInnen noch vor 2010 erwartet wird. <http://www.peakoil.net/>

gung mit erneuerbaren Energien, zu erreichen. Energieeffizienz macht auch ökonomisch Sinn: Jede gesparte Kilowattstunde ist in der Regel günstiger als eine Kilowattstunde aus einem neuen Kraftwerk.

Bei der nachfolgenden Modulierung des Stromverbrauchs wurden manche Effizienztechniken, für welche Angaben über Reduktionspotentiale von externen ExpertInnen vorliegen (Prognos-Studien über A-Klasse-Strategie und Ersatz Elektro-Widerstandsheizungen), als „Angebotstechniken“ integriert, weil sie sich ähnlich auf das Gleichgewicht von Angebot und Nachfrage auswirken wie der Neubau von Kraftwerken. Mit diesen Angaben sind die Reduktionspotentiale allerdings bei Weitem nicht ausgeschöpft. Ein radikaler Übergang zum „zukunftsfähigen Bauen“ – mit dynamisch steigendem Anteil an Passiv-Häusern – führt zu wesentlich höheren Strombeiträgen. Diese Einsparungen werden aber – mangels Berechnungsgrundlagen – in dieser Studie nicht quantifiziert.

Wo die effizientere Technik nicht ausreicht, sollen erneuerbare Energien den Verbrauch decken: Die Potentiale der Geothermie und der Import von Windenergie anstelle von französischen Atomimporten, kombiniert mit einheimischer solarer Energiegewinnung und Biomasse, können den Landesverbrauch mehrfach decken.

Wird Energieeffizienz verstärkt durchgesetzt, ist mit einer Abnahme des Stromverbrauchs von ca. 0,7% pro Jahr zu rechnen. Umgekehrt steigt der Stromverbrauch durch die Verbreitung von Wärmepumpen, die zu starken Reduktionen beim Bedarf nach Heizöl führen.

CO<sub>2</sub>-Reduktionen erfolgen durch den Ersatz von Ölöfen durch Pellet-Heizungen und Wärmepumpen. Wärmekraft-Kopplung ist wichtig: Wo Erdgas verfeuert wird, soll es auch der Stromerzeugung dienen, geheizt wird dann mit Abwärme.

Die CO<sub>2</sub>-Bilanz der Schweiz verschlechtert sich durch den Einsatz von Wärmekraft-Kopplung nicht, im Gegenteil. Moderne Wärmepumpen weisen immer höhere Leistungsziffern<sup>3</sup> aus. Die Verminderung der Ölheizungen liefert die entscheidenden CO<sub>2</sub>-Reduktionen und ist für die KonsumentInnen kosteneffizient.

### Stromerzeugung: die Entwicklung bis 2020 und danach

Die Wasserkraft bleibt das Rückgrat der schweizerischen Stromversorgung. Sie kann durch Modernisierungen alter Turbinen und durch die Inbetriebnahme neuer oder revitalisierter Wasserkraftwerke noch gesteigert werden. Entscheidend dabei ist die stark verbesserte Wirtschaftlichkeit, seit die Marktpreise für Strom auf 8-15 Rp./kWh angestiegen sind. Sie wird die Modernisierung der Wasserkraftwerke wesentlich erleichtern und den Wasserkantonen Mehreinnahmen (höhere Wasserzinsen und geldwerte Heimfallrechte) verschaffen.

Dank neuer Technologien wird die Stromherkunft in Zukunft stärker diversifiziert als bisher. Bis zum **Jahr 2020** kann eine zusätzliche Stromerzeugung aus

- Kehricht
- Biogas
- Wärmekraft-Kopplung
- Wasserkraft
- Effizienzgewinnen aus einer Bestgeräte-Strategie
- Effizienzgewinnen durch Ersatz der Elektro-Widerstandsheizungen
- Windenergie, insbesondere Windstromimporte aus dem Ausland

sehr grosse Beiträge liefern. Auch die Geothermie ist wichtig, doch bleiben die Erfolge des Basler Tiefenwärme-Projekts abzuwarten, welches um das Jahr 2009 den Betrieb aufnehmen dürfte. Ist die Technik funktionstüchtig, wird der Weg frei für eine breite Nutzung in allen Bevölkerungszentren der Schweiz.

Ein Ersatz der bestehenden Atomkraftwerke ist selbst bei steigendem Stromverbrauch möglich. Ausländische Bezugsrechte aus Windenergie werden die französischen Strombezugsrechte aus Atomkraft ungefähr im Verhältnis 1:1 ersetzen. Diese Entwicklung ist bereits im Gang: Dank der guten Rentabilität der Windenergie werden europaweit immer neue Ausbaupläne lanciert. Früher oder später wird die Schweiz eine Vielzahl von Angeboten erhalten, Beteiligungen oder Bezugsrechte für Windstrom zu erwerben, um daraus wachsende Beiträge der Stromversorgung aus dieser zuverlässigen und kostensicheren Quelle abzudecken.

---

<sup>3</sup> Verhältnis von Wärmegewinnung zum Stromeinsatz.

Schon rein kommerziell sind solche Geschäfte für die Schweiz hoch interessant, denn in vielen Gebieten Frankreichs, Spaniens und an der Nord- und Ostsee kann Windkraft zu Kosten von 7-10 Rp./kWh erzeugt und zu einem wesentlich höheren Preis verkauft werden. (Am 20. März 2006 steht der Swiss Electricity Price Index (SWEPI) bei 14,5 Rp./kWh.)

### Zwischen 2020 und 2040 werden

- Geothermie,
- Photovoltaik

noch stärker als bisher zulegen. Nach 2030 wird die dann wahrscheinlich voll konkurrenzfähige Photovoltaik ein schwerewichtiger Wirtschaftsfaktor sein. Stromerzeugende Bauteile (Dächer, Fassaden) und Niedrigenergiebauten können dann zu einem Gebäudebestand führen, der seinen Energieverbrauch vorwiegend aus der Gebäudehülle deckt. Voraussetzung dafür ist, dass der Staat diese Techniken durchgesetzt hat und angemessen honoriert (*was heute klar nicht der Fall ist, diese Techniken werden von der Atomlobby gezielt bekämpft*).

Die Geothermie in unterschiedlichen Formen (Wärme aus geringen Tiefen, Stromerzeugung aus tiefen Schichten) dürfte bis 2030 weltweit zu einem wichtigen Energieträger aufrücken. In der Schweiz ist die Geothermie jene einheimische Energiequelle mit dem grössten, noch weitgehend ungenutzten Potential.

Massenproduktion und technische Fortschritte verringern die Kosten aller erneuerbaren Techniken stetig. Zudem werden neue Hilfstechniken für die Bewirtschaftung der erneuerbaren Energien Einzug halten: bessere Batterien und Kondensatoren<sup>4</sup> (Stromspeicher mit sehr rascher Ladefähigkeit und geringeren Verlusten), eine stärkere Vernetzung der europäischen Stromerzeugung, der Bau von verlustarmen Gleichstromleitungen und ein europaweites Kapazitäts-Management für die Netzintegration von fluktuierenden erneuerbaren Energien.

Diese Fortschritte ermöglichen dann in einem weiteren Schritt die Ablösung der vorläufig noch anwachsenden Erdgas-Nutzung und werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen weiter verringern.

### Veränderung der Zusammensetzung der Stromerzeugung

*Als „schweizerische Stromerzeugung“ werden in unserer Betrachtung alle Kraftwerke berücksichtigt, die sich in der Schweiz oder im Ausland befinden und (über Eigentum oder vertragliche Bezugsrechte) in der Verfügbarkeit von schweizerischen EntscheidungsträgerInnen stehen, die hier einen Versorgungsauftrag wahrnehmen.*

Die Schweiz betreibt seit Jahrzehnten einen florierenden Strom-Aussenhandel mit hohen Stromimporten aus einer Vielzahl von ausländischen Beteiligungen. Diese nuklearen und fossilen Kapazitäten dienten stets gleichermaßen dem Handel und der Verbesserung der Versorgungssicherheit der Schweiz.

In Zukunft wird die Windenergie im schweizerischen Strommix rasant Einzug halten: Bezugsrechte aus Windfarmen im benachbarten Ausland können die Reichweite der schweizerischen Wasserkraft bedeutend erhöhen, insbesondere dank der bestehenden Speicherseen. Die Diversifikation in Richtung Windenergie ist ein zuverlässiges Schutzpolster und eine Versicherung gegen wasserarme Jahre. Sie kann die Versorgungssicherheit besser gewährleisten als die bisherigen Nuklearbezüge aus Frankreich, denn mehrmonatige Betriebsunterbrüche im Gigawattbereich durch Unfälle, Wartungsarbeiten oder Trockenheiten (wie im Hitzesommer 2003) sind bei der Windenergie niemals zu erwarten.

Dank der EU-Richtlinien über den Strombinnenmarkt sind die Durchleitungsrechte von Windfarmen aus EU-Gebieten auch für die Schweiz in Reichweite. Damit kann die Verfügbarkeit von Anlagen im Ausland zur Deckung des schweizerischen Bedarfs besser gesichert werden als bisher. Voraussetzung ist allerdings, dass die Schweiz ihr Verhältnis zur Europäischen Union klärt (im Stromversorgungsgesetz), vertraglich regelt und der EU Gegenrecht gewährt.

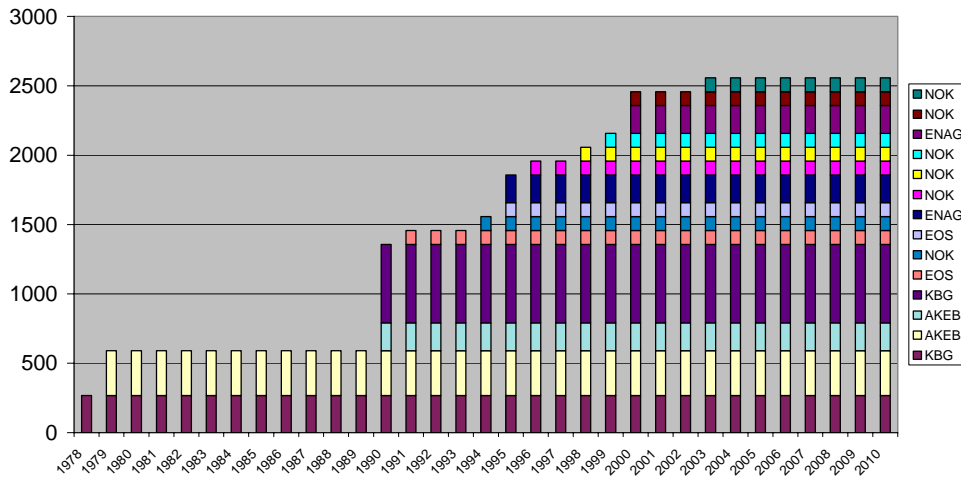
Die EU hat umgekehrt gegenüber der Schweiz ihre Erwartung ausgedrückt, dass der Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch zu steigern sei, und zwar gleichwertig wie in der Europäischen Union.<sup>5</sup> Die EU-Politik deckt sich somit voll und ganz mit der Marschrichtung des vorliegenden Perspektivpapiers.

---

<sup>4</sup> Sog. Super-Capacitors

<sup>5</sup> Gemäss Rahmenrichtlinie soll der Anteil der erneuerbaren Energien in der Europäischen Union von 1997 bis zum Jahre 2010 von 13,9 auf 22 % ansteigen. Die Schweiz kommt diesem Wunsch nur sehr halbherzig nach: Im Stromversorgungsgesetz ist vorgesehen, dass die Stromerzeugung aus

### Schweizer Beteiligungen und Bezugsrechte an französischen Atomkraftwerken (MW Leistung)



**Abbildung 3: Schweizer Atom-Beteiligungen in Frankreich<sup>6</sup>**

Die Schweiz hat in der Vergangenheit im Ausland vorwiegend in Atomenergie investiert. Dies dürfte sich mit der starken Expansion der Windenergie in Zukunft ändern.

erneuerbaren Energien um 5'400 GWh erhöht wird. Wächst der Stromverbrauch weiter wie bisher, ist ein Absinken des Anteils der erneuerbaren Energien nicht zu verhindern. Wie immer in den letzten 30 Jahren wurde der Ausbau der erneuerbaren Energien durch die im Parlament stark vertretene Atomlobby verhindert.

<sup>6</sup> Inoffizielle Angaben BFE (Stand 2002).

Am 12. Oktober 2004 kündigte die Axpo den Einkauf von Wind-Beteiligungen von „über 1'000 MW“ in Norwegen an. Es folgten Zukäufe in Italien und Deutschland durch weitere Schweizer Investoren. Damit ist die Ablösung der alten Atomverträge durch Windenergie eingeläutet.<sup>7</sup>

Stromerzeugung wird stärker diversifiziert

## Anteile an der Schweizer Stromerzeugung

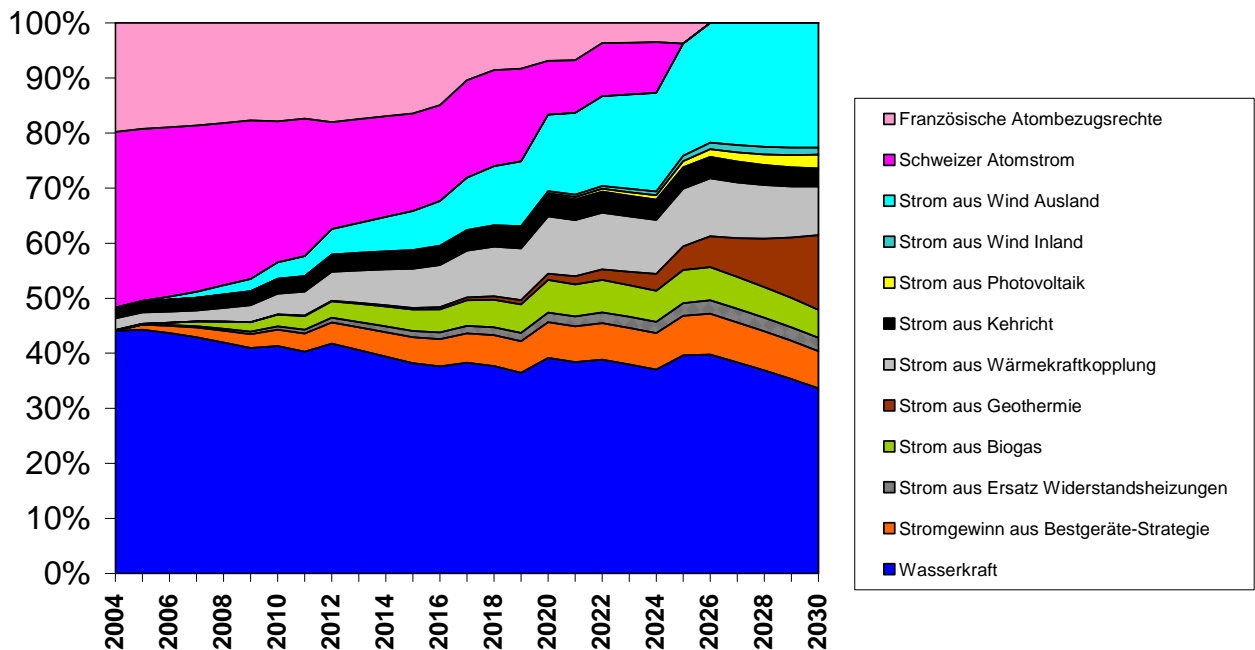


Abbildung 4: Zusammensetzung der schweizerischen Stromerzeugung (inkl. Bezugsrechte im Ausland)

Bis zum Jahr 2030 ist eine **Diversifikation der Stromerzeugung** zu erwarten. An die Stelle des Tandems Wasserkraft/Atomenergie tritt eine Vielzahl neuer Techniken, zu denen auch Effizienzgewinne (im Sinne eines systematisch zu erschliessenden Potentials) gezählt werden.

Die Hauptbeiträge leisten in Zukunft neben der Wasserkraft die Biomasse, Geothermie und Windenergie (inkl. Bezüge aus Schweizer Windfarmen im Ausland).

Der Beitrag der Solarenergie wird hier sehr vorsichtig eingeschätzt. Denkbar ist aber, dass sich die Photovoltaik bei sinkenden Kosten stark beschleunigt ausweitet, wenn die Akzeptanz der Elektrizitätswirtschaft steigt. Dies ist in erster Linie eine Frage der Rahmenbedingungen (Einspeisevergütungen) und der Kostensenkung durch neue Produktionsverfahren.

Wir belassen hier die Photovoltaik auf tiefem Niveau, weil wir den populären „Horrorszenarien“ der Atomlobby keinen Auftrieb geben wollen, die die erneuerbaren Energien fälschlicherweise mit hohen Kosten gleichsetzt und die eigenen erhaltenen Quersubventionen (10-20 Milliarden Franken vom Bund und aus alten abgeschriebenen Wasserkraftwerken) stets unterschlägt. *(Zu den Kosten der erneuerbaren Energien vgl. Kapitel 6.)*

<sup>7</sup> In den Grundlagenpapieren der Axpo wird der Ausbau der erneuerbaren Energien oder die Möglichkeit von Windstromimporten allerdings nicht akzeptiert. Dort ist die Rede davon, es gebe nur den Import von Strom aus Kohle, Atomenergie oder Erdgas. Von Windenergie reden die Axpo-Exponenten nur, wenn es darum geht, neue Pumpspeicherwerke anzupreisen.

